



Standpunkt

zur

Ermittlung der Nährstoffgehalte und zur Nährstoffbilanzierung bei Einsatz von Biogasgülle

Besuchen Sie uns auch im Internet:

www.tll.de/ainfo

Impressum

1. Auflage 2006

Herausgeber: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Naumburger Str. 98, 07743 Jena
Telefon: (03641) 683-0 , Telefax: (03641) 683-390
e-Mail: pressestelle@jena.tll.de

Autoren: **Dr. Gerd Reinhold**
Prof. Dr. Gerhard Breitschuh
Dr. Lothar Herold
Dr. Wilfried Zorn

Januar 2006

Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Quellenangabe gestattet.

Entscheidungsvorschläge

1. Biogasgülle weist infolge der Einspeisung zusätzlicher Biogaspflanzen veränderte Gehalte an organischer Substanz und Nährstoffen sowie eine erhöhte Nährstofflöslichkeit gegenüber dem unvergorenen Ausgangssubstrat auf. Bei der Ermittlung und Bewertung der Nährstoffgehalte und den fachrechtlichen Entscheidungen müssen besonders der Anstieg des Ammoniumanteils am Gesamt-N und der Masse- bzw. Volumenverlust im Substrat zu beachtet werden.
2. Zur Ermittlung der TS- und Nährstoffgehalte von Biogasgülle kommt der vorgeschlagene Berechnungsalgorithmus zur Anwendung. Liegen eigene Messergebnisse vor, sind diese zu bevorzugen.
3. Infolge des gestiegenen Ammoniumanteils und des erhöhten pH-Wertes besteht ein größeres N-Verlustpotenzial der Biogasgülle. Das erfordert zusätzliche Anstrengungen zur Emissionsvermeidung während der Lagerung und der Ausbringung der Biogasgülle.
4. In der Düngeplanung sind der veränderte Nährstoffgehalt und die Düngewirkung im Ausbringungsjahr bzw. in den Folgejahren (Mineraldüngeräquivalente) zu beachten. Die gasförmigen N-Lagerungsverluste werden mit 10 % und die Lagerungs- und Ausbringungsverluste mit 28 % berücksichtigt. In der Flächen- und der Schlagbilanz sind die Inhaltsstoffe der Biogaspflanzen als Zufuhr auf die Fläche zu bewerten.
5. Beim In-Verkehr-Bringen von Biogasgülle mit Überschreitung der Cu- und Zn-Grenzwerte gemäß BioAbfV gilt es die Fracht als Beurteilungskriterium heranzuziehen.
6. Der Lagerraumbedarf von zz. 180 Tagen gilt für die Biogasgülle, unabhängig davon, aus welchem Ausgangsmaterial die Gülle entsteht. Steigt die Gülleanfallmenge infolge des Zusatzes von Biogaspflanzen, wird zusätzlicher Lagerraum erforderlich.
7. Der Stickstoff der Biogasgülle ist unabhängig vom Ausgangssubstrat auf die gültige Höchstmenge für N aus Wirtschaftsdüngern anzurechnen.

1 Veranlassung

Ausgehend von der Novellierung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes werden zunehmend gezielt angebaute Pflanzen bzw. Pflanzenteile direkt oder siliert zur Biogaserzeugung eingesetzt. Rund 45 % des Biogases wird aus Biogaspflanzen (Thüringen Stand 2005) produziert. Vorrangige Einsatzstoffe sind neben Wirtschaftsdüngern Maissilage, Getreide und Anwekksilage. Weiterhin befinden sich Anlagen, die ausschließlich Biogaspflanzen verwenden, in der Erprobung und Planung. Daraus ergeben sich Konsequenzen für die Düngeplanung und die Nährstoffbilanzierung im Landwirtschaftsbetrieb sowie die fachrechtliche Beurteilung durch die Agrarverwaltung. Nachfolgende Vorschläge ermöglichen angepasste Beratungsempfehlungen und befähigen zu fachrechtlichen Entscheidungen.

2 Begriffsdefinitionen

Biogaspflanzen:

Pflanzen und Pflanzenteile, die als Ausgangssubstanz zur Biogaserzeugung verwendet und/oder gezielt angebaut werden.

Biogasgülle:

Düngungsrelevantes Nebenprodukt der Biogasherstellung, das unter Verwendung von Wirtschaftsdünger und/oder Biogaspflanzen entstanden ist. Ihre stoffliche Zusammensetzung wird neben den Anteilen der Ausgangssubstrate durch die Dauer, Temperatur und

Intensität des Abbauprozesses beeinflusst. Ihr Einsatz unterliegt der Düngeverordnung (DüV).

Gärreste:

Düngungsrelevantes Nebenprodukt der Biogasherstellung, sobald Bioabfälle zum Einsatz kommen. Ihr Einsatz in der Landwirtschaft unterliegt der BioAbfV sowie der DüV.

3 Bestimmung der Nährstoffgehalte der Biogasgülle

3.1 Inhaltsstoffe der Ausgangssubstrate

Die Inhaltsstoffe der Ausgangssubstrate können den Richtwerten der TLL entnommen werden (Quelle: Anleitung und Richtwerte für Nährstoffvergleiche nach Düngeverordnung, Schriftenreihe Heft 10/2002 in www.tll.de/ainfo). Sie basieren auf normierten TS-Gehalten.

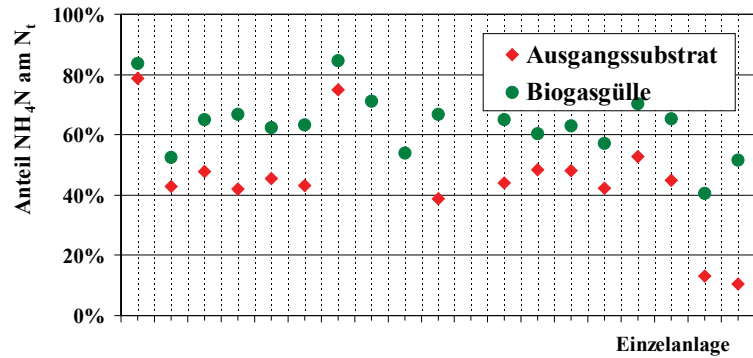
Art, Herkunft und Eigenschaften der Substrate			TS (%)	Nährstoffgehalte (kg/t)		
				N	P	K
1. Wirtschaftsdünger						
Rindergülle	Mittelwert		10	5,3	0,92	5,7
	Milchkuh		10	4,4	0,74	5,3
Schweinegülle	Standardfütterung		10	6,8	1,6	3,0
	NP-reduzierte Fütterung		10	4,4	1,3	2,5
Geflügelgülle	Standardfütterung		15	5,7	1,5	3,1
	NP-reduzierte Fütterung		15	5,4	1,1	2,6
Geflügelkot	mit Einstreu, Standardfütterung		45	1,6	0,48	1,2
Stallmist	Rinder		25	7,1	1,9	9,6
	Schwein		25	6,7	2,4	5,1
2. Silagen						
Maissilage	Silage		32	4,1	0,72	4,2
Roggen	Ganzpflanzensilage		40	8,3	1,5	14
Gras	Anwelksilage		40	10	1,5	12
Kleegras	Anwelksilage		40	11	1,4	12
3. Getreide		Rohproteingehalt				
Winterweizen	Korn	11	86	17	3,5	5,0
	Korn	13	86	20	3,5	5,0
	Korn	15	86	23	3,5	5,0
Wintergerste	Korn	12	86	16	3,5	5,0
	Korn	13	86	18	3,5	5,0
Winterroggen	Korn	11	86	15	3,5	5,0
	Korn	12	86	16	3,5	5,0

3.2 Beurteilung der Inhaltsstoffe und deren Veränderungen im Biogasprozess

Trockenmasse- und Nährstoffgehalt der Biogasgülle werden beeinflusst vom Anteil und Nährstoffgehalt der Ausgangssubstrate, Intensität der anaeroben Fermentation und den Nährstoffverlusten. Folgende Abbau- und Umwandlungsprozesse treten auf:

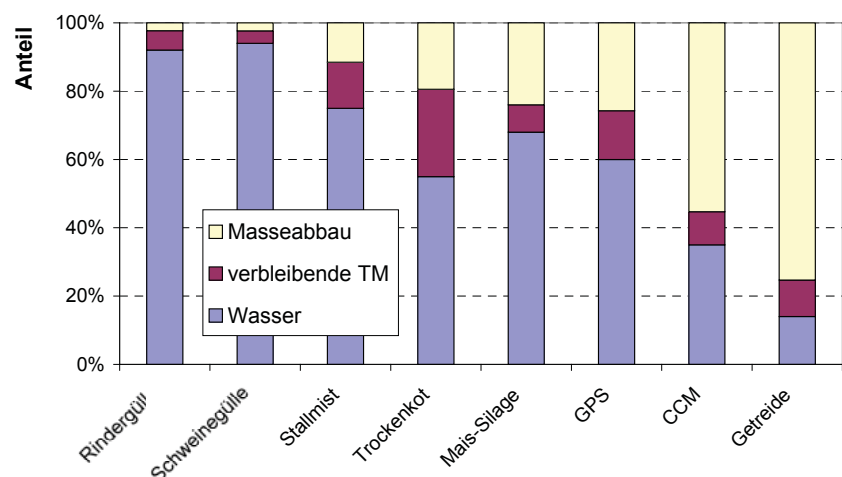
- Die zugeführten Pflanzennährstoffe **Gesamt-N, Phosphor** und **Kalium** gehen im Gärprozess nicht verloren.
- Der **Ammoniumanteil am Gesamt-N** steigt prozessbedingt deutlich an (Abb. 1). Daraus ergeben sich Konsequenzen für die Bewertung der gasförmigen Stickstoffverluste sowie der zulässigen Gabenhöhe insbesondere infolge der Begrenzung auf 40 kg NH₄-N/ha nach Ernte der Hauptfrüchte.

Abbildung 1: Veränderung des $\text{NH}_4\text{-N}$ -Anteils am N_t durch die Biogaserzeugung (Erhebung Thüringen 2003)



- Durch die Biogaserzeugung treten **Masse- bzw. Volumenverluste** im Substrat auf. Diese sind vom TS-Gehalt und der Höhe des Abbaus der organischen Substanz abhängig (Abb. 2). Der Masseverlust stellt eine Erhöhung der Nährstoffgehalte in der Biogasgülle gegenüber den Ausgangssubstraten dar. Als Richtwerte für den Masseverlust gelten:
 - Gülle (mit 5 bis 10 % TS): 2 bis 3 % Masseabbau
 - Stallmist (mit 25 % TS): 10 bis 15 % Masseabbau
 - Silage (mit 25 bis 40 % TS): 20 bis 30 % Masseabbau
 - Getreide (mit 86 % TS): 70 bis 80 % Masseabbau.

Abbildung 2: Masseabbau unterschiedlicher Substratarten in landwirtschaftlichen Biogasanlagen



- Kohlenstoff/Stickstoffverhältnis**
Substratabhängig werden 20 bis 80 % des mit den Ausgangssubstraten eingebrachten Kohlenstoffs in Methan umgewandelt. Damit verengt sich das C/N-Verhältnis in der Biogasgülle deutlich.
- Schwermetall- bzw. Spurenelementgehalte**
Infolge des Trockenmasseabbaus steigt der in mg/kg TS gemessene **Kupfer-** und **Zinkgehalt** gegenüber den Ausgangssubstraten an. Die Gesamtfracht dieser Mikronährstoffe bleibt aber unverändert. Eine Grenzwertüberschreitung hat dann Konsequenzen, wenn Biogasgülle in Verkehr gebracht wird bzw. Gärreste zum Einsatz kommen.

3.3 Verminderung von Stickstoffverlusten während der Lagerung

Stickstoffverluste können in geringem Maße während der Fermentation und während der Lagerung auftreten. Der im Vergleich zum Ausgangssubstrat erhöhte pH-Wert wirkt verluststeigernd. Deshalb ist bei der Lagerung der Biogasgülle bewusst auf Möglichkeiten zur Emissionsminderung zu achten, wie:

- Einleitung der Biogasgülle in den Lagerbehälter unter Flüssigkeitsniveau,
- Abkühlung vor Einleitung in nicht abgedeckte Lagerungsbehälter,
- Erhaltung von natürlichen Schwimmschichten,
- Homogenisierung nur vor der Ausbringungsperiode,
- Nutzung von Schutzpflanzungen u. ä. zur Emissionsminderung.

3.4 Ermittlung der Inhaltsstoffgehalte von Biogasgülle

Die Trockensubstanz- und Nährstoffgehaltsbestimmung stellt ein analytisch aufwändiges Verfahren dar. Ersatzweise lassen sich die Gehalte und Frachten mit einem Algorithmus einfach berechnen. Eingabegrößen sind die täglichen Frischmassemengen und deren (berechneter/gemessener/geschätzter) TS-Gehalt. Das KTBL bietet dafür einen „Biogasgülle-Rechner“ an.

Parameter	Einheit	Rindergülle	Maissilage	Gerste	Gesamt
Einsatzmenge	t/d	30	3	1	34
Masseabbau	%	2,5	25	75	
Biogasgülleanfall	t/d				31,75
TS-Gehalt (IST)	%	8	35	86	
N-Zufuhr	kg/d	127,2	13,5	16	156
N-Gehalt Biogasgülle	kg/t _{FM}				4,9

Der errechnete N-Gehalt der Biogasgülle bildet die Grundlage für die Ermittlung der Jahresmengen und Jahresdurchschnittsgehalte und damit für die Integration der Biogasgülle in die pflanzenbauliche Verwertung.

4 Auswirkung auf Nährstoffbilanzierung

Erfolgen die Bereitstellung von Wirtschaftsdüngern und Biogaspflanzen, der Betrieb der Biogasanlage und die Verwertung der Biogasgülle im gleichen Unternehmen, handelt es sich ausschließlich um betriebsinterne Stoffflüsse. Bei der Berechnung der **Hofter-Netto-N-Bilanz** sind die gasförmigen N-Verluste (28 % Lagerungs- und Ausbringungsverluste) zu berücksichtigen.

Beim Kauf oder Verkauf von Biogaspflanzen und/oder Biogasgülle lassen sich die darin enthaltenen Bruttonährstoffe als Input bzw. Output bilanzieren.

In der **Flächenbilanz und der Schlagbilanz** werden die Inhaltsstoffe der Biogaspflanzen analog zu Marktfrüchten und Futterpflanzen als Abfuhr von der Fläche bewertet. Die Inhaltsstoffe der Biogasgülle stellen andererseits eine Zufuhr in der Flächenbilanz abzüglich gasförmiger N-Verluste dar.

5 Beachtung in der Düngeplanung

Biogasgülle weist auch infolge der Einspeisung zusätzlicher Biogaspflanzen veränderte Gehalte an organischer Substanz und Nährstoffen sowie eine erhöhte Nährstofflöslichkeit gegenüber dem unvergorenen Ausgangssubstrat auf. In der Düngeplanung sind der Nähr-

stoffgehalt, bei Stickstoff abzüglich der Ausbringungsverluste, und die Düngewirkung im Ausbringungsjahr und den Folgejahren (Mineraldüngeräquivalente) zu beachten.

Der derzeitige Erkenntnisstand rechtfertigt keine unterschiedlichen Mineraldüngeräquivalente für Biogasgülle mit und ohne Biogaspflanzen als Ausgangssubstrat.

Das infolge des gestiegenen Ammoniumanteils am Gesamt-N-Gehalt und des erhöhten pH-Wertes größere N-Verlustpotenzial der Biogasgülle erfordert gesteigerte Anstrengungen für einen verlustarmen Einsatz und deren angemessene Berücksichtigung bei der Bemessung des verbleibenden mineralischen N-Düngebedarfes.

Der höhere Ammoniumanteil lässt bei verlustarmer Ausbringung eine höhere Sofortwirkung des Stickstoffs im Vergleich zu den unvergorenen Ausgangsstoffen bei gleichzeitig geringerer Nachwirkung erwarten.

6 Anrechnung auf Höchstmengen nach Düngeverordnung

Im Gegensatz zur notwendigen Berücksichtigung des Einsatzes von Biogaspflanzen in der operativen Düngeplanung steht hier die Anrechnung der aus den Biogaspflanzen stammenden Nährstoffe auf die zulässige Höchstmenge nach Düngemittelgesetz und Düngeverordnung zur Diskussion.

Nach dem **Düngemittelgesetz** § 1 Absatz 1 und 2 gilt: „Wirtschaftsdünger sind tierische Ausscheidungen, Gülle, Jauche, Stallmist, Stroh sowie ähnliche Nebenerzeugnisse aus der landwirtschaftlichen Produktion, auch weiterbehandelt, die dazu bestimmt sind, mittelbar oder unmittelbar Nutzpflanzen zugeführt zu werden, um ihr Wachstum zu fördern, ihren Ertrag zu erhöhen oder ihre Qualität zu verbessern.“

Diese Formulierung erlaubt keinen Zweifel daran, dass die Nährstoffe aus der Biogasgülle - hier insbesondere die aus den Biogaspflanzen stammenden - den Nährstoffen aus Wirtschaftsdüngern gleich auf die Höchstmenge von 170 kg anzurechnen sind. Diese Position lässt sich fachlich eindeutig begründen, da die Nährstoffe der Biogasgülle, unabhängig von der Herkunft aus Wirtschaftsdüngern oder aus Biogaspflanzen, in der Düngeplanung einheitlich als organischer Dünger zu bewerten und zu behandeln sind. Die Höchstmengenregelung beruht auf der Erkenntnis, dass der Einsatz von organischen Düngern die erforderliche Bruttonährstoffmenge je Flächeneinheit erhöht. Deshalb ist die Gleichsetzung von Biogasgülle mit und ohne Biogaspflanzen gerechtfertigt.

Die **EG-Nitratrichtlinie** (91/676/EWG vom 12.12.1991, Anhang 3), die geltende **Düngeverordnung** vom 26.01.1996 sowie die vorliegenden **Entwürfe der zu novellierenden Düngeverordnung** begrenzen dagegen die Höchstmengenregelung ausschließlich auf Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft und lassen damit die Nichtanrechnung auf die Höchstmenge von 170 kg/ha zu.

Nach der Düngeverordnung vom 26.01.1996 § 3 (7) gilt: „... dürfen im Betriebsdurchschnitt Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft nur ausgebracht werden, wenn die mit dieser ausgebrachte Menge an Gesamtstickstoff je ha und Jahr auf Grünland 210 kg, ... , ab 1. Juli 1997 auf Ackerland 170 kg nicht überschritten wird“.

Das nach der Düngeverordnung zulässige, durch Biogasgülle aus Biogaspflanzen verursachte Überschreiten der 170 kg N/ha-Grenze erhöht das Verlustpotenzial (Risiko erhöhter Nitratauswaschungs- und Ammoniakverluste), ist deshalb ökologisch bedenklich und erfordert das Einbeziehen des Gesamt-N-Anfalls aus Biogasgülle unabhängig von der Art der Gärsubstrate.

7 Auswirkungen auf den Lagerraumbedarf

Der Lagerraumbedarf gilt für Biogasgülle, unabhängig davon, aus welchem Ausgangsmaterial die Gülle entsteht. Steigt die Gülleanfallmenge infolge des Zusatzes von Biogaspflanzen - auch unter Beachtung der aus den Abbauraten begründeten Masseverluste - wird zusätzlicher Lagerraum erforderlich, um die gesetzlich geforderte Lagerkapazität von 180 Tagen einhalten zu können. Die Investaufwendungen und Kosten der Lagererweiterung müssen bei der ökonomischen Verfahrensbewertung der Biogasanlage einbezogen werden.

Der ermittelte Lagerraumbedarf kann sogar darüber hinaus ansteigen, weil die Biogasgülle-Verwendung durch die Regelungen der Düngeverordnung (Begrenzung der N-Fracht durch flüssige Wirtschaftsdünger nach der Ernte, Ausbringungsverbot während der Sperrfrist sowie auf gefrorenem oder schneebedecktem Boden nach Ende der Sperrfrist) sowohl kapazitiv als auch von der Flächenverfügbarkeit zusätzliche Kapazitäten erfordert.

Die Nitratrichtlinie ist nach Umsetzung in das Wasserrecht der deutschen Bundesländer so zu interpretieren, dass die Vorgaben für die Lagerkapazität auch für Biogasgülle aus Biogaspflanzen gelten, obwohl 2005 in Cross Compliance (CC) nur der Anfall aus der Tierhaltung mit einbezogen wird.

8 Anrechnung in Cross Compliance

Im Rahmen von Cross Compliance erfolgt die Kontrolle der Einhaltung der Regelungen der EG-Nitratrichtlinie. Dabei wird ausschließlich von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft ausgegangen (Gülle, Stallmist, Jauche, Weideexkrementen). Zulässig ist im Mittel des Betriebes die Ausbringung von maximal 170 kg N/ha Ackerland und 210 kg N/ha Grünland, wobei vom Anfall in der Tierhaltung Stall- und Lagerungsverluste abzuziehen sind, Ausbringungsverluste hingegen nicht.

Nährstoffe aus nicht tierischer Herkunft, d.h. Biogaspflanzen, bleiben dabei unberücksichtigt. Eventuelle Änderungen in der Düngeverordnung führen dann zu Veränderungen der CC-Regelung.

9 Auswirkungen auf die Emissionen

Sinkt durch den anaeroben Abbau der TS-Gehalt der Biogasgülle, führt dies durch ein schnelleres Abtropfen von den Pflanzen und der schnelleren Infiltration in den Boden potenziell zur Minderung der $\text{NH}_4\text{-N}$ -Emissionen. Diese Wirkung geht jedoch durch Nutzung trockensubstanzreicher Biogaspflanzen wieder verloren. Der Einsatz von Silagen als Ko-Substrat führt zur verstärkten Schwimmschichtbildung und wirkt damit emissionsmindernd bei der Lagerung.

Weiterhin erfolgt bei der Lagerung ausgegaster Biogasgülle kaum noch eine Methanemission im Vergleich zu Rohgülle. Dies kommt bei der Bewertung der Gesamtemission zur Berücksichtigung.

Andererseits führt die Steigerung des $\text{NH}_4\text{-N}$ -Anteils am Gesamt-N in Verbindung mit den erhöhten pH-Werten potenziell zur Steigerung des $\text{NH}_4\text{-N}$ -Emissionspotenzials. Durch den konsequenten Einsatz von Verfahren zur Minderung der Emissionen bei der Lagerung sowie von emissionsmindernder und emissionsarmer Applikationstechnik ist dem entgegenzuwirken.